



Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

TRANSMITTAL FORM

(to be used for all correspondence after initial filing)

Application Number	10/625,464		
Filing Date	July 23, 2003		
First Named Inventor	Albert Kreh		
Art Unit	2878		
Examiner Name	Unknown		
Total Number of Pages in This Submission	20	Attorney Docket Number	21295.63 (H5651US)

ENCLOSURES (Check all that apply)

<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment/Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/ Incomplete Application <input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53	<input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation <input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to a Technology Center (TC) <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please Identify below):
Remarks		

SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT

Firm or Individual	Maria M. Eliseeva
Signature	
Date	April 15, 2004

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING

I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231 on this date: April 15, 2004

Typed or printed	Deborah Celeste
Signature	
Date	April 15, 2004

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, Washington, DC 20231. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 (1-800-786-9199) and select option 2.

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 34 757.3
Anmeldetag: 30. Juli 2002
Anmelder/Inhaber: LEICA Microsystems Semiconductor GmbH,
Wetzlar/DE
(vormals: LEICA Microsystems Wetzlar GmbH,
Wetzlar/DE)
Bezeichnung: Autofokusmodul für mikroskopbasierte Systeme
IPC: G 02 B 7/34

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. April 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Heilz

Autofokusmodul für mikroskopbasierte Systeme

Die Erfindung betrifft ein Autofokusmodul für ein mikroskopbasiertes System.

Im besonderen betrifft die Erfindung ein Autofokusmodul für ein mikroskopbasiertes System mit einem Objektiv, das einen

5 Abbildungsstrahlengang definiert, der auf einer Oberfläche eines Objekts senkrecht steht und auf diese fokussierbar ist, und einem Beleuchtungsstrahlengang, der eine Lichtquelle zur Beleuchtung des Objekts umfasst.

Die Patentschrift DE 32 19 503 offenbart eine Vorrichtung zum selbsttätigen

10 Fokussieren auf in optischen Geräten zu betrachtende Objekte. Nach der Reflexion an der Oberfläche eines Objekts passiert das reflektierte Messlichtstrahlenbündel nach Reflexion an einem Teilerspiegel eine Blende. Mittels einer vollverspiegelten Fläche wird ein Teil des Messlichtstrahlenbündels ausgespiegelt und wird nach Durchtritt durch eine 15 Spaltblende auf eine Differenzdiode geleitet. Im fokussierten Zustand befindet sich der Fokus zwischen den beiden Dioden. Bei Defokussierung wandert der Messspot auf einer der beiden Dioden, die mit entsprechenden Steuermitteln verbunden sind. Durch die Steuermittel werden optische oder mechanische Mittel des Mikroskops verstellt, um dem Messspot wieder zwischen die beiden 20 Dioden zu verbringen und somit die Fokuslage wieder herzustellen.

Die Europäische Patentanmeldung EP-A-0 124 241 offenbart ein Mikroskop mit einer automatischen Fokuseinrichtung. Das Mikroskop umfasst eine Speichereinrichtung zum sicheren der Daten von den Objektiven, die im Mikroskop Verwendung finden. Ebenso ist eine Kontrolleinrichtung

25 vorgesehen, die die verschiedenen Mikroskopfunktionen überwacht und regelt. Zu den Aufgaben der Kontrolleinrichtung zählt ebenfalls die Bewegung des Fokussiertisches. Ein CCD-Element ist als Bildaufnahmeeinrichtung

vorgesehen, das ein Bild mit dem jeweils ausgewählten Objektiv empfängt und zusammen mit einer Recheneinheit aus dem optimalen Kontrast die Bildschärfe ermittelt. Bei der Ermittlung des optimalen Schärfegrades müssen die Objektivdaten des aktuell verwendeten Objektivs berücksichtigt werden.

5 Diese Daten sind wie bereits oben erwähnt in einem Speicher abgelegt. Ferner offenbart die deutsche Offenlegungsschrift DE 41 33 788 ein Verfahren zur Autofokussierung von Mikroskopen und ein Autofokussystem für Mikroskope. Das Bild eines Objekts oder einer auf das Objekt eingespiegelten Struktur wird zwei Bereichen auf einem Detektor oder zwei verschiedenen

10 Detektoren zugeleitet, wobei in Fokusstellung ein Bild vor einem Detektor und ein Bild hinter dem anderen Detektor entsteht. Die Bildschärfen auf den Detektoren werden in elektronische Signale umgewandelt, deren Differenz zur Scharfstellung des Objektivs verwendet wird. Die Abstände des Bildes oder der jeweiligen Struktur zu den jeweiligen Detektoren sind einstellbar. Gezielte 15 Offset-Einstellungen sowie „IR-Offset“-Korrekturereinstellungen sind realisierbar.

Problematisch bei der automatischen Fokuseinstellung bei Mikroskopen in der Halbleiterindustrie ist es, dass es bei kleinen Fokusspots darauf ankommt, wo sich der Fokusspot befindet. Befindet sich der Fokusspot z.B. auf einer Erhöhung der Topologie, so wird hierauf fokussiert. Befindet sich der

20 Fokusspot z.B. in einem Tal der Topologie, so wird auf das Tal fokussiert. Es ist selbstverständlich, dass man je nach Fokuslage unterschiedliche Bilder aufnimmt. Dies wirkt sich jedoch für eine digitale Bildverarbeitung negativ aus, da es passieren kann, dass man Bilder verarbeitet, die nicht den optimalen Informationsgehalt wiedergeben.

25 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht entsprechend darin, ein Autofokusmodul für ein mikroskopbasiertes System zu schaffen, mit dem unabhängig von der jeweiligen Topologie des zu untersuchenden Objekts eine optimale und automatische Fokussierung erzielt werden kann

Die Aufgabe wird dadurch gelöst durch ein Autofokusmodul für ein

30 mikroskopbasiertes System das dadurch gekennzeichnet ist,

- dass eine Lichtquelle vorgesehen ist, die ein Messlichtbündel zum Bestimmen der Fokuslage erzeugt,

- dass ein optisches Element vorgesehen ist, das das Messlichtbündel derart teilt, dass ein außermittig verlaufendes ringförmig divergentes Messlichtstrahlenbündel entsteht, und dass das optische Element ein vom mikroskopbasierten Systems remittiertes divergentes Messlichtstrahlenbündel parallelisiert;
- dass im Abbildungsstrahlengang des mikroskopbasierten Systems ein erster dichroitischer Strahlteiler vorgesehen ist, der das außermittig verlaufende Messlichtstrahlenbündel außermittig in das mikroskopbasierte System einkoppelt und auf die Oberfläche des Objekts richtet; und
- dass zumindest ein optisches Mittel vorgesehen ist, das das remittierte Messlichtstrahlenbündel auf eine Differenzdiode richtet.

Die Verwendung ist von besonderem Vorteil, da das außermittig verlaufende Messstrahlenbündel zu einem Ring geformt wird und somit eine größere

Fläche auf dem Objekt abgedeckt. Durch die Bestimmung der Fokuslage wird somit über mehrere unterschiedliche Topologielagen gemittelt. Somit erfolgt die Einstellung des Fokus unabhängig von der sich ändernden Topologie in einem Bereich des Objekts. Hinzu kommt, dass die Differenzdiode aus einer ersten und einer zweiten Diode besteht. Aus der Verteilung der Intensitäten, die auf den beiden Dioden gemessen werden, kann man auf die Fokuslage schließen. Aus der Bewegung des Fokusspots auf der Differenzdiode ergibt sich die Bewegungsrichtung der Oberfläche des Objekts relativ zur optimalen Fokuslage. Ein Rechner bzw. Steuersystem ist vorgesehen, um aus den Daten von der Differenzdiode die Oberfläche des Objekts automatisch in die optimale Fokuslage zu bringen.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der nachfolgenden Figurenbeschreibung, bei deren Darstellung zugunsten der Übersichtlichkeit auf eine maßstabsgerechte Wiedergabe verzichtet wurde. Es zeigen im Einzelnen:

Fig. 1: eine teilweise Seitenansicht der Strahlengänge eines optischen Gerätes bzw. eines mikroskopbasierten Systems, mit dem ein Autofokusmodul verbunden ist;

Fig. 2 eine Detailansicht des auf die Oberfläche des Objekts treffenden Messlichtstrahlenbündels;

Fig. 3a zeigt die Lage und die Form des remittierten Messlichtstrahlenbündels auf den Dioden und im Fokus;

5 Fig. 3b zeigt die Lage und die Form des remittierten Messlichtstrahlenbündels auf den Dioden und außer Fokus;

Fig. 4a zeigt eine erste Ausführungsform des optischen Elements; und

Fig. 4b zeigt eine zweite Ausführungsform des optischen Elements.

In Fig. 1 ist ein vertikal verlaufender Abbildungsstrahlengang 10 eines mikroskopbasierten Systems 1 dargestellt. Der Abbildungsstrahlengang 10 ist symmetrisch um eine optische Achse 10a angeordnet. Das mikroskopbasierte System 1 umfasst eine Lichtquelle 6, die Licht in den Beleuchtungsstrahlengang 11 aussendet. Das mikroskopbasierte System 1 dient zur Beleuchtung eines Objekts 20, das eine Oberfläche 21 definiert, die sich in der Fokusebene des mikroskopbasierten Systems 1 befindet. Das Objekt 20 befindet sich auch einem Mikrooptisch 22, der in der Höhe durch einen Motor 23 verstellt werden kann. Das Licht des Beleuchtungsstrahlengangs 11 passiert zunächst ein Objektiv 2 und trifft auf die Oberfläche 21 des Objekts 20. Von der Oberfläche 21 des Objekts 20 wird ein gewisser Teil des Lichts reflektiert und tritt zunächst durch eine Objektivpupille 3. Der von der Oberfläche 21 des Objekts 20 reflektierte Strahl tritt in den Abbildungsstrahlengang 10 durch einen dichroitischen Teilerspiegel 12 ein, der im sichtbaren Bereich ein 50/50-Verhältnis und im IR 25 eine hohe Reflexion aufweist. Danach durchtritt das Licht des Abbildungsstrahlengangs 10 eine Tubuslinse 4 und in der Zwischenbildebene 5 wird ein Bild des Objektes 20 erzeugt. Danach gelangt das Licht im Abbildungsstrahlengang 10 zu einem nicht mit dargestellten Okular. Der Beleuchtungsstrahlengang 11 des mikroskopbasierten Systems 1 verläuft im 30 dargestellten Fall horizontal. Von einer Lichtquelle 6 tritt Licht des Beleuchtungsstrahlengangs 11 aus. Nach Verlassen einer Optik 7 tritt das Licht

durch eine Aperturblende 8, in deren Ebene ein nicht mit eingezeichneter Blendenschieber angeordnet ist, der mindestens zwei Blenden unterschiedlicher Dimensionierung enthält. Mit Hilfe dieses Blendenschiebers kann — manuell oder motorisch — mit Positionsrückmeldung eine der Messung mit dem

- 5 mikroskopbasierten System angepasste Aperturblende 8 eingeschoben werden. Das Licht des Beleuchtungsstrahlengangs 11 durchsetzt sodann einen zweiten dichroitischen Strahlenteiler 13, der einen möglichst hohen Transmissionswert für das von der Lichtquelle 6 kommende sichtbare Licht und einen möglichst hohen Reflexionswert für IR-Strahlen aufweist. In der Ebene 10 der Leuchtfeldblende 9 befindet sich eine Marke, deren Funktion weiter unten erläutert wird. Das Licht des Beleuchtungsstrahlengangs 11 trifft nach Durchtritt durch eine Linse 14 auf den ersten dichroitischen Strahlenteiler 12, von wo aus die reflektierten Anteile in Richtung zum Objekt 20 umgelenkt werden.

Zur Einstellung des Fokus ist ein Laserautofokus vorgesehen, der in dem hier 15 dargestellten Ausführungsbeispiel mit all den notwendigen optischen Komponenten zu einem Modul 30 zusammengefasst ist. Das Modul 30 ist von einem Gehäuse 25 umgeben, das in Fig. 1 symbolisch als gestrichelter Kasten dargestellt ist. Das Modul 30 kann beispielsweise in ein bestehendes optisches Beleuchtungssystem, wie es für Auflichtmikroskope etwa in dem deutschen Gebrauchsmuster 79 17 232 20 beschrieben ist, eingeschoben werden, wobei an sich bekannte Rastmittel eine justiergenaue Positionierung des Moduls 30 im Beleuchtungsstrahlengang 11 sicher stellen.

Von einer Laserlichtquelle 31, die in der dargestellten Ausführungsform als 25 Laserdiode ausgebildet ist, geht ein — vorzugsweise gepulstes — Laserlicht aus. Zweckmäßigerweise wird IR-Licht als Messlicht verwendet, weil es das mikroskopische Bild des Objekts 20 nicht störend beeinflusst. Ein 30 Messlichtbündel 32 wird über eine ortsfeste Linse 33 gebündelt. Auf der Höhe einer Pupille 34 ist ein optisches Element 35 vorgesehen. In der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform besteht das optische Element 35 aus einem ersten und einem zweiten Axikon 35a und 35b. Das Messlichtbündel 32 über das erste Axikon 35a in ein ringförmig divergentes Strahlenbündel 32a aufgespalten und sodann über eine Linse 36, die in axialer Richtung gemäß dem gestrichelten Doppelpfeil 36a manuell oder motorisch verschoben werden kann, auf den zweiten

dichroitischen Strahlenteiler 13 geleitet, der an der optischen Schnittstelle des ringförmig divergenten Strahlenbündels 32a und dem Beleuchtungsstrahlengang 11 angeordnet ist. In der Zwischenbildebene, in der eine Leuchtfeldblende 39 positioniert ist, wird ein Bild der Laserlichtquelle 31 erzeugt.

- 5 Die Laserlichtquelle 31 wird auf der Oberfläche 21 des Objekts 20 in einen ringförmigen Messspot 16 abgebildet. Damit der ringförmige Messspot 16 bei Defokussierung auf der Oberfläche 21 des Objektes 20 auswandert, wird eine Hälfte der Pupille 34 abgedeckt. Die geometrische Abdeckung einer Hälfte des Messlichtbündels 32 gelingt mit Hilfe eines kombinierten optischen Bauteils,
10 beispielsweise eines Umlenkprismas 38, welches in Höhe der Pupille 34 in das Messlichtbündel 32 hälftig eingeführt ist. Das Umlenkprisma 38 enthält eine voll verspiegelte Prismenfläche 19. Der Teil des Messlichtbündels 32, der durch die Anordnung des Umlenkprismas 38 in seiner Ausbreitung nicht behindert wird, ist in der Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 32a gekennzeichnet. Mit dem außermittig
15 verlaufenden Messlichtstrahlenbündel 32a des beleuchtungsseitigen Messlichtbündels 32 gelangt also der außermittig verlaufende Teil 32a entlang — im wesentlichen — parallel zum Abbildungsstrahlengang 10 des mikroskopbasierten Systems 1 in die Objektivpupille 3.

Nach Reflexion an der Oberfläche 21 des Objektes 20 passiert das remittierte
20 Messlichtstrahlenbündel 32b und nach Reflexion am zweiten dichroitischen Strahlenteiler 13 trifft das Licht des remittierten Messlichtstrahlenbündels 32b wiederum auf die in axialer Richtung gemäß dem gestrichelten Doppelpfeil 36a bewegliche Linse 36. Es wird nun diejenige Hälfte der Pupille von 34, die vom ringförmig divergentes Strahlenbündel 32a nicht beleuchtet wird. Das remittierte
25 Messlichtstrahlenbündel 32b trifft hier auf ein zweites Axikon 35b, das das divergierende remittierte Messlichtstrahlenbündel 32b wieder in einen parallelen Strahl umgewandelt. Das remittierte Messlichtstrahlenbündel 32b wird sodann mittels der vollverspiegelten Fläche 19 des Umlenkprismas 38 aus dem beleuchtungsseitigen Messlichtbündel 32 herausgespiegelt. Nach Totalreflexion
30 an der Prismenfläche 40 sowie nach Durchtritt durch eine Optik 41 trifft das remittierte Messlichtstrahlenbündel 32b auf eine Differenzdiode 42, die aus einer ersten und einer zweiten Diode 42a und 42b besteht. Im fokussierten Fall wird das remittierte Messlichtstrahlenbündel 32b auf die Dioden 42a und 42b auf einen

Punkt fokussiert. Anstelle des dargestellten Umlenkprismas 38 — wie auch der anderen aufgeführten einzelnen optischen, mechanischen und optoelektronischen Bauteile — sind auch gleichwirkende Bauelemente verwendbar.

In Fig. 2 ist eine Detailansicht des auf die Oberfläche des Objekts auftreffenden 5 Messlichts. Durch das im Modul 30 vorgesehne erste Axikon 35a wird das Messlichtbündel 32 in ein ringförmig divergentes Strahlenbündel 32a aufgespalten. In entsprechender Weise trifft das ringförmige divergente Strahlenbündel 32a auf die Oberfläche 21 des Objekts 20. Dabei ist der Fokus des ringförmig divergenten 10 Strahlenbündels 32a symmetrisch um die optische Achse 10a des mikroskopbasierten Systems 1 verteilt. Der das remittierte Messlichtstrahlenbündel 32b ist ebenfalls ringförmig ausgebildet. Durch das zweite im Modul 30 vorgesehene Axikon 35b wird das divergierende remittierte Messlichtstrahlenbündel 32b wieder in einen parallelen Strahl umgewandelt.

Fig. 3a zeigt die Lage und die Form des remittierten Messlichtstrahlenbündels 32b 15 auf den Dioden 42a und 42b im Fokus. Ist die Oberfläche des mikroskopbasierten Systems 1 im fokussierten Zustand, so erzeugt das remittierte Messlichtstrahlenbündel 32b einen Lichtfleck 50, der auf der ersten Diode 42a und auf der zweiten Diode 42b jeweils eine Fläche 50a und 50b beansprucht, die beide gleich sind. Dies bedeutet, dass auf der ersten und der zweiten Diode 42a 20 und 42b die gleiche gemessene Lichtintensität bestimmt wird.

Fig. 3b zeigt die Lage und die Form des remittierten Messlichtstrahlenbündels 32b auf den Dioden 42a und 42b außer Fokus. Bewegt sich die Oberfläche 21 des Objekts 20 in Richtung des Doppelpfeils 51, wie er in Fig. 1 dargestellt ist, so erzeugt diese Bewegung ein Aufblähen des Lichtflecks 50 und zusätzlich ein 25 Wandern des Lichtflecks 50 auf den Dioden 42a und 42b. Die führt folglich zu unterschiedlichen Lichtintensitäten, die auf den Dioden 42a und 42b gemessen werden. Zusätzlich kann man aus der Laufrichtung 52 (siehe Doppelpfeil in Fig. 3b) auf die Bewegung des Objekts 20 schließen. Ein Rechner 70 (siehe Fig. 1) 30 ermittelt aus den von der ersten und der zweiten Diode 42a und 42b bezogenen Daten die Verstellung der Oberfläche 20 des Objekts, um somit den optimalen Fokus zu erhalten. Hinzu kommt, dass der Rechner 70 eine aus dem Fokus auswanderndes Objekt wieder gezielt und schnell in den Fokus zurückführen

kann. Eine andere Möglichkeit aus den von den Dioden 42a und 42b gemessenen Lichtintensitäten ein Steuersignal für die Erzielung einer Fokuslage zu erhalten ist, das man aus dem Vergleich beider von den Dioden 42a und 42b ermittelten Intensitäten ein Differenzsignal erzeugt. Dieses Differenzsignal kann 5 ohne einen Rechner direkt zur Steuerung verwendet werden. Die Einstellung des Fokus kann z.B. über einen Motor 23 (Gleichstrommotor) erfolgen, der den z-Trieb eines Mikroskopisches 22 betätigt. Der Motor 23 ist mit einer Endstufe 23a, die direkt das Differenzsignal den Dioden 42a und 42b empfängt. In der Endstufe 10 23a wird das Differenzsignal verstärkt und zur Steuerung und Einstellung des Fokus an den Motor 23 gegeben.

Wie in Fig. 4a dargestellt ist, besteht, gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel das optische Element 35 aus einem ersten und einem zweiten Axikon 35a und 35b. Das erste und das zweite Axikon 35a und 35b sind auf einer Glasplatte 44 als Träger aufgebracht. Das erste Axikon 35a 15 wirkt auf das außermittig verlaufende Messlichtstrahlenbündel 32a und das zweite Axikon 35b wirkt auf das remittierte Messlichtstrahlenbündel 32b. Das Ausführungsbeispiel aus Fig. 4b zeigt eine Toruslinse 60 als optisches Element 35. Die Toruslinse 60 ist ein Linsenelement, das zu einem Ring gebogen ist. Die Öffnung des Rings ist mit einer opaken Blende 61 versehen. 20 Die Toruslinse 60 ist in einen ersten Abschnitt und einen 60a und 60b unterteilt. Die Unterteilung ist durch eine gestrichelte Linie 62 gekennzeichnet. Der erste Abschnitt 60a wirkt auf das außermittig verlaufende Messlichtstrahlenbündel 32a und der zweite Abschnitt 60b wirkt auf das remittierte Messlichtstrahlenbündel 32b. 25 Die Erfindung wurde in bezug auf eine besondere Ausführungsform beschrieben. Es ist jedoch selbstverständlich, dass Änderungen und Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste:

- 1 mikroskopbasiertes System
- 3 Objektivpupille
- 5 4 Tubuslinse
- 5 Zwischenbildebene
- 6 Lichtquelle
- 7 Optik
- 8 Aperturblende
- 10 9 Leuchtfeldblende
- 10 Abbildungsstrahlengang
- 10a optische Achse
- 11 Beleuchtungsstrahlengang
- 12 dichroitischer Teilerspiegel
- 15 13 zweiter dichroitischer Strahlenteiler
- 14 Linse
- 16 Messspot
- 19 vollverspiegelte Fläche
- 20 Objekt
- 20 21 Oberfläche
- 22 Mikrooptisch
- 23 Motor
- 23a Endstufe
- 25 Gehäuse
- 25 30 Modul
- 31 Laserlichtquelle
- 32 Messlichtbündel
- 32a ringförmig divergentes Strahlenbündel
- 32b remittierte Messlichtstrahlenbündel
- 30 33 ortsfeste Linse
- 34 Pupille
- 35 optisches Element
- 35a erstes Axikon
- 35b zweites Axikon

- 36 Linse
- 36a Doppelpfeil
- 38 Umlenkprisma
- 39 Leuchtfeldblende
- 5 40 Prismenfläche
- 41 Optik
- 42 Differenzdiode
- 42a erste Diode
- 42b zweite Diode
- 10 44 Glasplatte
- 50 Lichtfleck
- 50a Fläche
- 50b Fläche
- 51 Doppelpfeil
- 15 52 Laufrichtung
- 60 Toruslinse
- 60a erster Abschnitt
- 60b zweiter Abschnitt
- 61 Blende
- 20 62 gestrichelte Linie
- 70 Rechner

Patentansprüche

1. Autofokusmodul (30) für ein mikroskopbasiertes System (1) mit einem Objektiv (2), das einen Abbildungsstrahlengang (10) definiert, der auf einer Oberfläche (21) eines Objekts (20) senkrecht steht und auf diese fokussierbar ist, und einem Beleuchtungsstrahlengang (11), der eine Lichtquelle (6) zur Beleuchtung des Objekts umfasst, dadurch gekennzeichnet,
 - dass eine Lichtquelle (31) vorgesehen ist, die ein Messlichtbündel (32) zum Bestimmen der Fokuslage erzeugt,
 - dass ein optisches Element (35) vorgesehen ist, das das Messlichtbündel (32) derart teilt, dass ein außermittig verlaufendes ringförmig divergentes Messlichtstrahlenbündel (32a) entsteht, und dass das optische Element (35) ein vom mikroskopbasierten Systems (1) remittiertes divergentes Messlichtstrahlenbündel (32b) parallelisiert;
- 10 15 20 25 30 2. 3. 30. 35a und 35b

Autofokusmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Mittel (38) als ein Prisma ausgebildet ist, das eine voll verspiegelte Prismenfläche (19) und eine Prismenfläche (40) zur Totalreflexion aufweist, wobei die verspiegelte Prismenfläche (19) aus dem Messlichtbündel (32) ein außermittig verlaufendes Messlichtstrahlenbündel (32a).
Autofokusmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Element (35) aus einem ersten und einem zweiten Axikon besteht.

4. Autofokusmodul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Axikon (35a) das Messlichtbündel (32) derart formt, dass ein außermittig verlaufendes ringförmig divergentes Messlichtstrahlenbündel (32a) entsteht, und dass das zweite Axikon (35b) ein vom mikroskopbasierten Systems (1) remittiertes divergentes Messlichtstrahlenbündel (32b) parallelisiert.
5. Autofokusmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Element (35) aus einer Toruslinse (60) besteht.
6. Autofokusmodul nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Toruslinse (60) in einen ersten Abschnitt (60a) und einen zweiten Abschnitt (60b) unterteilt ist, und dass der erste Abschnitt (60a) derart ausgestaltet ist, dass aus dem Messlichtbündel (32) ein außermittig verlaufendes ringförmig divergentes Messlichtstrahlenbündel (32a) entsteht, und dass der zweite Abschnitt (60b) derart ausgestaltet ist, dass ein vom mikroskopbasierten Systems (1) remittiertes divergentes Messlichtstrahlenbündel (32b) parallelisiert ist.
- 10 7. Autofokusmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenzdiode (42) aus einer ersten und einer zweiten Diode (42a und 42b) besteht.
- 15 8. Autofokusmodul nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Diode (42a und 42b) ein Differenzsignal erzeugen, das direkt an eine Endstufe (23a) geht, die dann einen Motor (23) zur Einstellung des Fokus steuert.
- 20 9. Autofokusmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserlichtquelle (31), die Differenzdiode (42), das optische Mittel (38), das optische Element (35), eine ortsfeste Linse (33) und ein zweiter dichroitischer Strahlenteiler (13) in einem Gehäuse (25) angeordnet sind, das mit dem mikroskopbasierten System (1) verbindbar ist.
- 25 10. Autofokusmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserlichtquelle (31) IR-Licht als Messlicht aussendet.
- 30

11. Autofokusmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das mikroskopbasierte System (1) und das Modul (30) mit einem Rechner (70) oder Steuersystem verbunden sind.

Zusammenfassung

Ein Autofokusmodul (30) für ein mikroskopbasiertes System (1) ist derart ausgestattet, dass eine Lichtquelle (31) vorgesehen ist, die ein Messlichtbündel (32) erzeugt. Ein erstes Axikon (34a) erzeugt ein außermittig verlaufendes, ringförmig divergentes Messlichtstrahlenbündel (32a). Ein zweites Axikon (34a) ist vorgesehen, um das remittierte divergente Messlichtstrahlenbündel (32b) zu parallelisieren. Eine Differenzdiode (42) ist im Modul (30) zur Bestimmung der Fokuslage angebracht.

10 Fig. 1

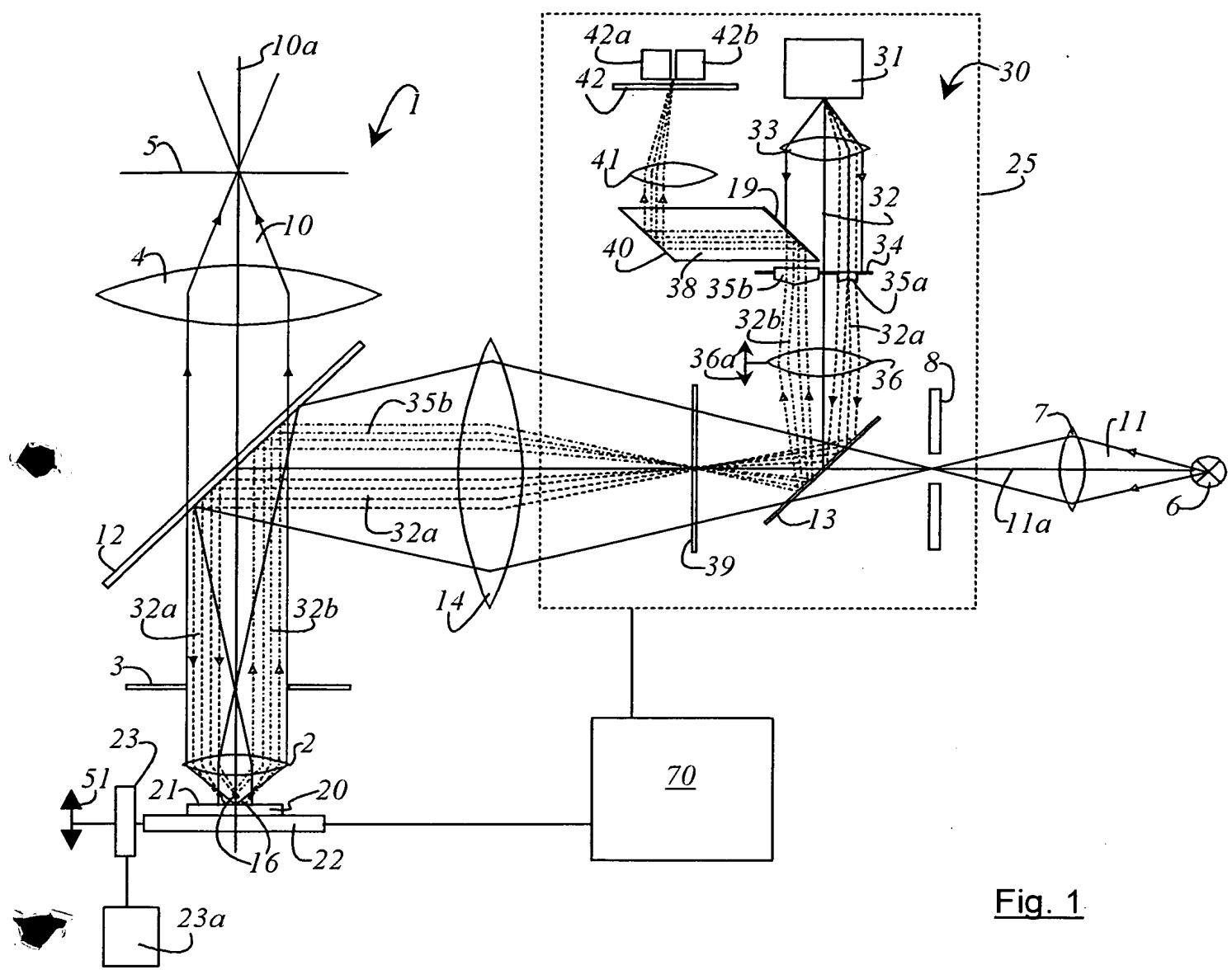


Fig. 1.

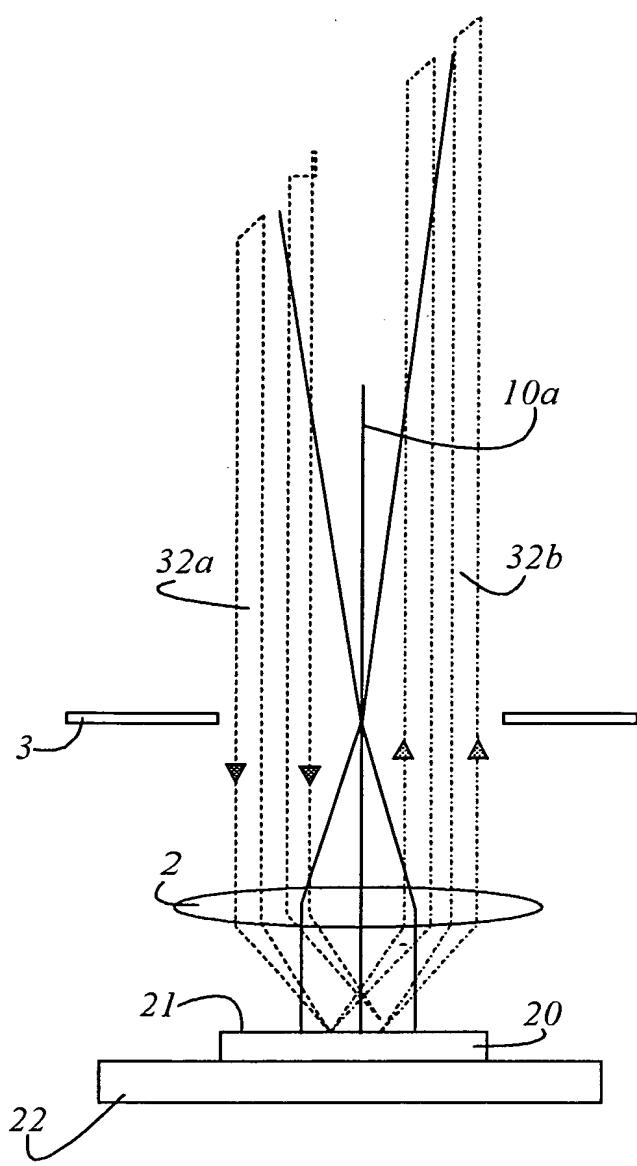


Fig. 2

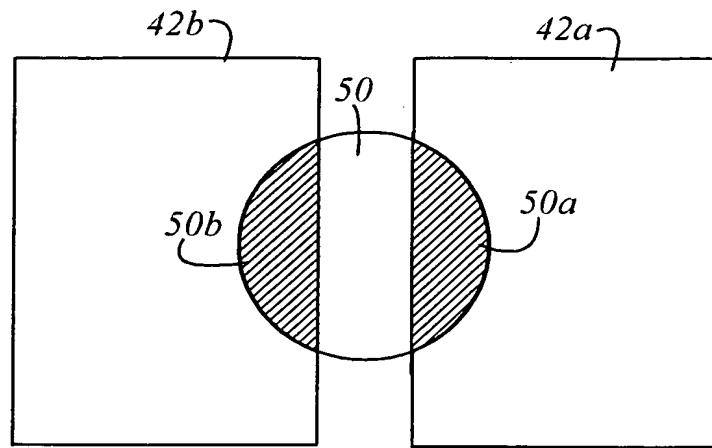


Fig. 3a

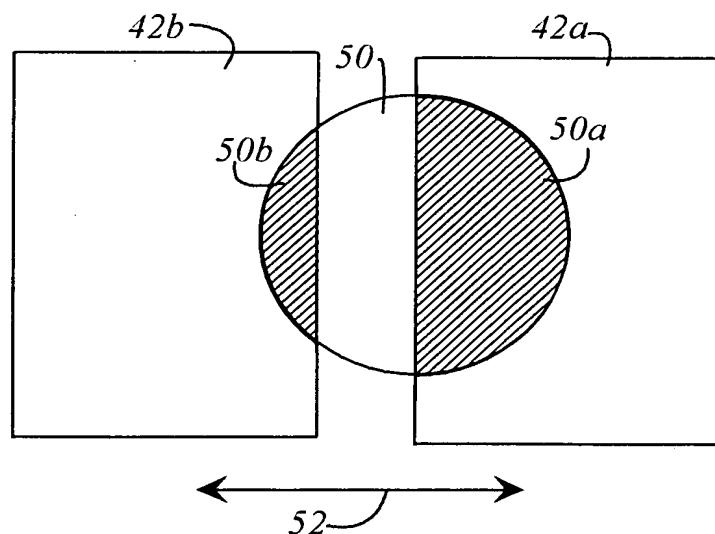


Fig. 3b

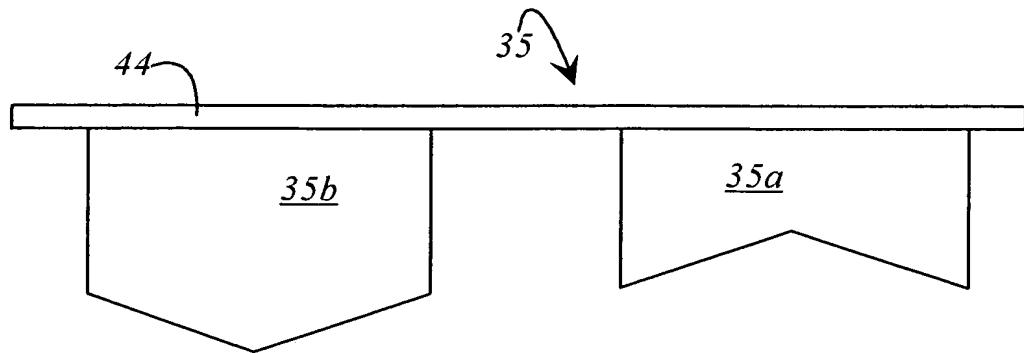


Fig.4a

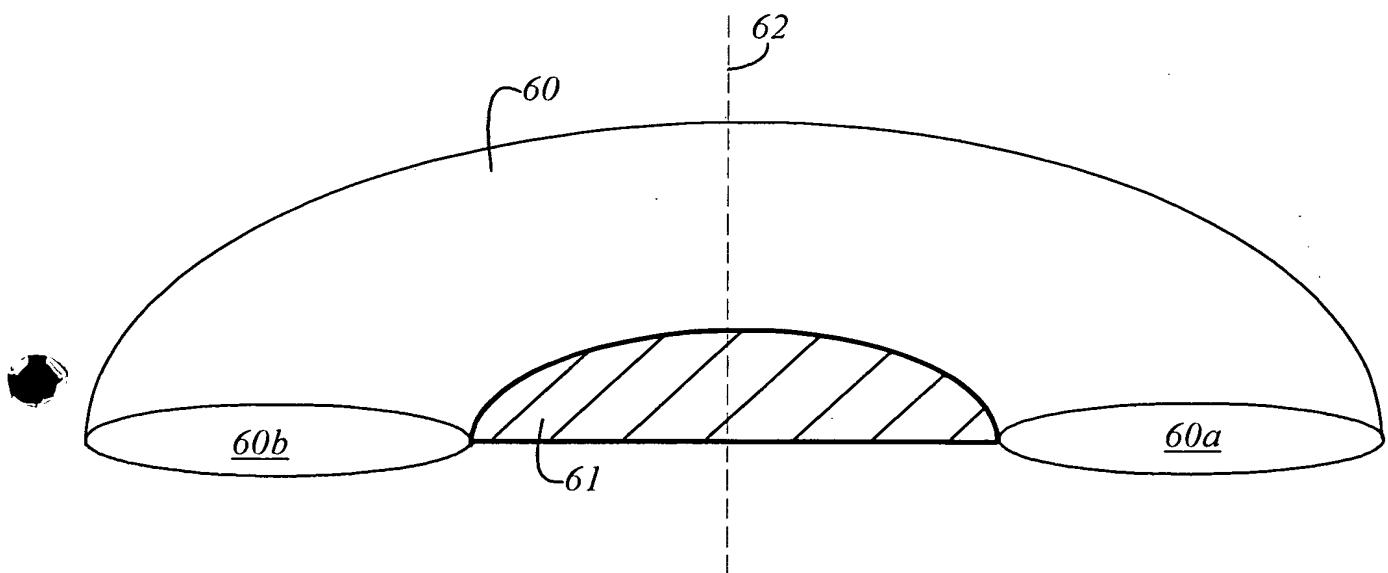


Fig.4b